

ICT 機器を利用して、数学的活動の充実をめざした 高等学校における授業実践

～高校1年生「 $y=\sin x$ のグラフ」の授業実践を通して～

岡村 忠幸 *

研究の要約

新学習指導要領から、高等学校の数学の授業においても「数学的活動の重視」の方向性が示された。私は今回の学習指導要領の方向性から、高等学校の授業も「講義形式」の授業から「数学的活動重視」の授業へ転換すべきではないかと考えている。

数学的活動重視の授業へ転換すべきとはいえ、高等学校において数学的活動がまったく行われていないというわけではない。問題は、授業に「どのような」数学的活動を位置づけ、「どのような方法を用いて展開」すべきかであると私は考えている。

今回は、「関数のグラフの作成」を数学的活動として授業に位置づけ、活動を充実させる方法として「ICT 機器」を用いて授業を実践した。「表を作成し、グラフを作成し、グラフの特徴をまとめる」という授業スタイルを、ICT 機器を利用することでどのように質を高められるのかを、生徒の授業後の感想をもとに考察・検証した。

key-words : ICT機器の利用

1. 数学的活動重視の方向性

新学習指導要領において、高等学校の数学においては、その目標が以下のように定められている。

「数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。」

この文章の、冒頭に述べられている「数学的活動を通して～」の一文からも、新学習指導要領が、数学の授業の中で、数学的活動を取り入れ、その充実を重視していることが見て取れる。

高等学校においては、各高等学校において、授業の進度がさまざまである。中には、授業の進度がとても速く、効率的な知識の伝達を重視して、授業では「講義形式」の授業が中心の学校もある。私の勤務する高校もその形式が中心であり、私も普段の授業では、そのような授業スタイル中心で行っている。

今回の学習指導要領の改訂から、私は高等学校の授業の方法は、「転換期」が来ていると考えている。それは「講義形式」の授業中心ではなく、「数学的活動を重視した」授業への転換期である。もちろん講義形式の授業は効率的な知識の伝達を目的としており、授業の進度の関係もあることから、その重要性は十分承知している。私は、講義形式の授業を最低限にとどめ、数学的活動を重視した授業を中心に行っていくべきではないのだろうか

* 岡山県立岡山工業高等学校

考えているのである。今回実践した授業は、数学的活動を中心にし、それを充実させる手立ての有効性を検証した。

2. 岡山県立岡山工業高等学校における授業実践

(1) 学校の概要

本校は、機械科、土木科、化学工学科、デザイン科、建築科、情報技術科、電気科の7科、1学年8クラス（機械科2クラス、3年生のみ機械科は1クラス）からなる大規模校である。生徒のほとんどは就職するという進路をとる。また、部活動が盛んで、テスト一週間前でも、一定の条件の下で部活動をすることができる。

数学については、すべての生徒が数学Ⅰ、Ⅱ、数学Aを必修としている。進学希望の生徒には、選択科目として数学Ⅲと数学Bを開講しており、履修するように指導をしている。

(2) 生徒の実態

生徒の実態としては、教師の指示に従い真面目に作業に取り組む生徒が多く、非常に落ち着いている。一方で、学習の内容の定着が十分ではないことが、定期考査などからうかがえる。例えば、きちんとノートを取っているが公式を覚えていなかったり、覚えていても使い方まで習得できていない生徒も、少なからずいる。

授業の進度としては、1年生のうちに数学Ⅰが終わり、数学Ⅱを学習する。つまりは、1年間にきちんと1冊の教科書を終える程度の進度である。扱う内容は、主に教科書例題レベルの問題を扱い、必要に応じて応用例題も扱う。教科書章末の問題は扱わない。

数学学習における生徒の課題としては、個々人の理解力は高いが、家庭での学習時間は少ないという実態がある。このような事実

から、やはり「授業」での学習が生徒の実態から考えて、貴重な学習時間となる。このような理由から、1時間の授業の「質」を「数学的活動」を充実させることで、高めていけるのではないかと考えている。

(3) 授業の概要

1. 単元名 三角関数

2. 単元計画

第1次 三角関数

第1時 角の拡張

第2時 三角関数の性質

第3時 三角関数についての方程式・不等式

第2次 加法定理

第1時 三角関数の加法定理

第2時 加法定理の応用

第3次 三角関数のグラフ

第1時 $y=\sin x$ のグラフ・・・(本時)

第2時 $y=\cos x$, $y=\tan x$ のグラフ

3. 本時の目標

$y=\sin x$ のグラフを書き、周期性など三角関数の特徴を理解する。

4. 対象生徒 情報技術科1年生

5. 場所 岡山工業高校 視聴覚教室

6. 日時 2012年2月15日

7. 準備物

ワークシート、生徒の授業感想記入用紙、パソコン (PP, GRAPES)、ホワイトボード (黒板の代用)

(4) 授業の流れ

授業の流れを考えていく際に、中原(1995)の構成的アプローチの授業モデルを参考にした。そのモデルによると授業は「意識化」、「操作化」、「媒介化」、「反省化」、「協定化」の5段階に分けられる。各段階を非常におおまかに説明すると「意識化」は、授業の導入に相当し、「操作化」は生徒が初めて自分で問題解決を行う場面である。「媒介化」は、操作化の段階の類似問題を解決する段階であり、必要

に応じて設ける段階である。「反省化」は、他者の考えなどを聞くことにより、生徒の理解が深化・発展する段階である。「協定化」は、まとめに相当する段階である。

以下に、私の実践を各段階に分けて、行った手立てを示し、授業の流れを示す。(手立ては番号①～⑨を付与した。)

意識化

- ① ワークシートを渡し、「 $y=\sin x$ のグラフ書いてみよう」と PP で生徒に提示し、本時の課題を伝える。

操作化

- ② 「表を完成させよう」と PP で提示し、 $0^\circ \sim 360^\circ$ の表を完成させる。
- ③ ワークシートの座標軸に点をプロットさせる。
- ④ 発問「点と点の間はグラフをどのように結べばよいですか?」と発問し、点と点を結ばせグラフを作成させる。

反省化

- ⑤ パソコンの PP から GRAPES の画面に映し変え、GRAPES の機能である「軌跡」機能で $y=\sin x$ の点を一点一点の間隔を大きく開けて連続的にプロットする。
- ⑥ 教師の発言「グラフの大まかな形はわかってきたが、まだ点と点の間が空いている。どうすれば、グラフ点と点の間を埋めることができる?」と発問し、生徒から「点と点の間隔をさらに細かくして点をプロットする」という発言を引き出し、GRAPES でさらに細かく点を打ち、外見上すべての点がつながっている様子を映し出す。
- ⑦ 教師の発問「一見、すべての点がつながっているように見えるが、本当につながっているのか?」と問いかけ、生徒を考えを揺さぶった後で、GRAPES の機能「拡大」でグラフの一部を局所的に拡大する。すると、まだ点と点の間隔が空いているのがわかるので、さらに細かく点をプロットする

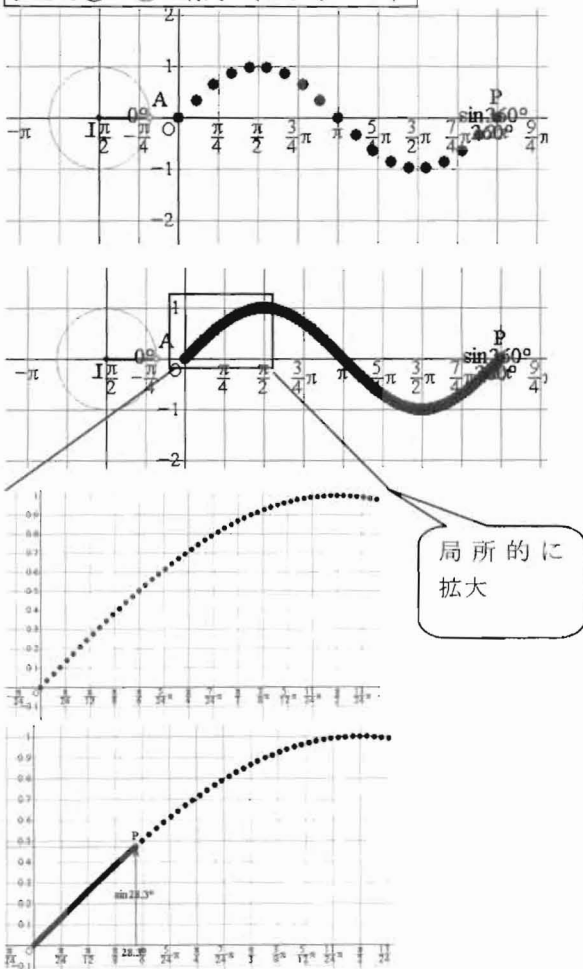
様子を GRAPES を利用して見せる。

- ⑧ グラフの形を生徒が確認できた後で、GRAPES の $y=\sin x$ のグラフを投影しつつ、教師の発問「今は、 $0^\circ \sim 360^\circ$ までのグラフを書いたけど、角度は 360° 以上も考えられることをみんなは知っている。 360° 以上からはどのようなグラフになるのでしょうか?」と問い、生徒に考えさせた後で、GRAPES で 360° 以上の点もプロットし、グラフの形を見せる。そして、同じ「形」が繰り返されていることを確認し、グラフの周期性を理解させる。

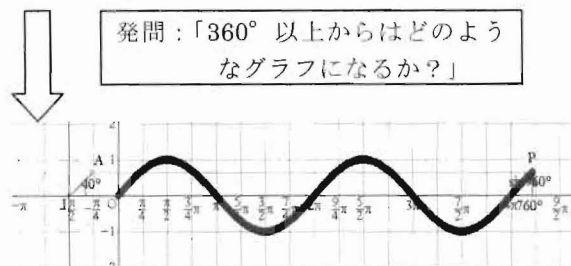
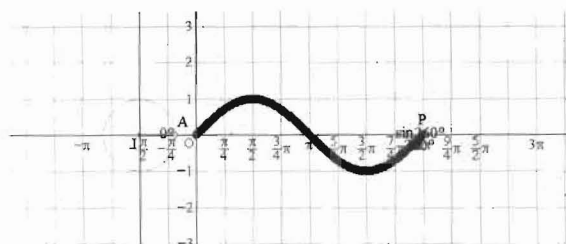
協定化

- ⑨ $y=\sin x$ のグラフは周期性を持ち、その周期が 360° であることを確認する。

手立て⑤～⑦の様子(スクリーン)



手立て⑧の様子



(5) 指導の工夫点

今回の実践における工夫点は、数学的活動を充実させるための方法として、「ICT 機器」を利用したことである。特に工夫した手立てとしては、以下の2点であると考えている。

- ① GRAPES を用いて、連続的に点をプロットする様子を生徒に見せたこと。
- ② 「教師の発問」と GRAPES の機能「拡大」を併用したこと

①については、反省化の場面の手立て⑥、⑦のことである。手立て⑥、⑦においては、 $y = \sin x$ のグラフの点を連続的にプロットする。このような作業は、人間が行うと以下のようなデメリットが生じる。

- ① 無理数などははっきりとはわからない数値を含む点は人間にはプロットできない。
- ② 50 分間をすべて点のプロットのための時間に使っても、人間ではたくさんのグラフを書くことはできない。

ICT 機器、今回は GRAPES を使うことに

より上記のような2点を克服できたことが授業の工夫である。GRAPES であれば、人間が手で行う点のプロットよりも、正確により早く、より多くの点をプロットすることができる。「人間ができないことを機械で行うこと」が工夫である。

②については、反省化の場面の手立て⑦と手立て⑧である。手立て⑦においては、教師の発問「一見、すべての点がつながっているように見えるが、本当につながっているのか?」によって、生徒はスクリーンに映し出された図が曲線ですべて点と点が滑らかにつながっているものであると考えている。生徒はこの発問によって、自らの考えを揺さぶられる。そして、GRAPES で局所的に拡大すると、つながっていない様子が露見する。このことで生徒は「グラフは、点がつながっているのではなく、点が集まってつながっているように見えている」というように考えが深化・発展するのではないかと私は考えている。

また、手立て⑧については、生徒は $0^\circ \sim 360^\circ$ までしか、グラフを書いてはいないし、スクリーンには見えてはいない。だからこそ教師の発問「 360° 以上からはどのようなグラフになるのでしょうか?」によって、生徒の想像力をかきたてた後で、GRAPES で 360° 以上もプロットして見せることで、生徒も理解し、理解が深まるように思う。このように、「発問」によって生徒の考えを揺さぶり、ICT 機器によって「確認」することで生徒の理解を深化・発展することができるのではないだろうかとは私は考えている。

(6) 生徒の感想による授業の評価・考察

授業の終了5分前には生徒に授業の感想の感想を自由記述の形で書かせた。以下のような感想があった。

生徒 A: 「単位でもグラフでも、表ではなく“形”として見ることで、よりわかり

やすく学ぶことができた。 \sin については、不等号の変わり方の意味がよりわかりやすく理解できた。」

生徒 B:「表のグラフの点を 0.1° ずつなど動かすことによって曲線になることがしつかりわかった。」

生徒 C:「細かいところまでみれて、わかりやすかった。点と点の間は永遠に埋まらない」

生徒 D:「限りなく曲線に近い点の集合体、 $y=\sin x$ のグラフは周期がある。」

生徒 E:「書くだけではわからないことが、スクリーンを見て理解できた。」

このほかに、ほとんどの生徒に見られた記述内容としては「周期性を持つ」や「パソコンを使ったので、新鮮に授業が受けられた。」などがあつた。

生徒 A の記述からは、グラフの“形”が見ることができたことによってより分かりやすくなったとある。グラフの“形”は、教科書や自分でグラフを書いてみわかることなのかもしれない。けれども、今回のように ICT 機器を利用したことで、印象が残ったのではないだろうか。また、不等号と記述しているが、これは、各角度における $\sin x$ の「符号」のことであろう。グラフを観察することにより、符号の付き方の理解が深まったようだ。

生徒 B の記述内容からは、今回の授業の工夫の成果が見て取れる内容が書かれている。生徒にとっては、 0.1° ずつ動かすという人間にはできない連続的なプロットという作業によってグラフが曲線に見えるということが理解されたようだ。

生徒 C, D の記述内容からは、グラフが点の集合であることが理解できている様子がうかがえる。生徒 E からは、視聴覚機器を使ったことで、より理解が深まった様子がうかがえる。

以上のことから、ICT 機器を利用したことで、生徒にとっては以下の 3 点がとくに理解されたようだ。

① $y=\sin x$ のグラフの形を理解し、グラフは周期性をもっていること

② グラフは点の集合体であること

③ $\sin x$ の各角度における符号の変わり方の理解が深まった。

4. 今回の実践を振り返っての考察

今回の実践では、「関数のグラフを書く」という数学的活動を授業の中心に行った。普段であれば、表を作成し、黒板でグラフを書き、その特徴をまとめていく。今回は、普段であればそのように行う数学的活動を「充実」させるという点に焦点を当て、方法として ICT 機器を使用した。このことで、生徒にとっては、「グラフが点の集合である」という点が強く印象づけられた点で、普段の授業よりも質の高いものになったのではないかと考えている。

私は今回の実践から、「ICT 機器は、授業者の指導力をさらに発揮するための道具である」という認識を得ることができた。ICT 機器を使うだけでも 1 度であれば、生徒の興味・関心を引き付けられるかもしれない。けれどもそれは、ICT 機器への興味であり、数学の内容に関するものではないのである。あくまで、ICT 機器は、数学への興味や関心、理解を深めるための道具である。「いつ」、「どの場面で」、「どのような方法で」ICT 機器を使うべきかの判断には、数学の専門的な知識・見識が必要となる。だからこそ、この道具を使いこなすための数学に関する専門的な知識や見識が私自身に一層必要になることを痛感した。

自分の専門的な力量を高めつつ、ICT 機器の利用という方法以外にも、数学的活動を充実させる手立てを今後考えていきたい。

参考文献

- ・ 中原忠男. (1995). 算数・数学教育における構成的アプローチの研究. 聖文社
- ・ 高等学校指導要領数学編. 文部科学省

●使用したPPのスライド

$y = \sin \theta$ のグラフをかいてみよう!

$y = \sin \theta$ のグラフをかく

- ① 表をかく。
- ② 横軸、縦軸の交わるところに点をうつ。
- ③ 点を結ぶ。

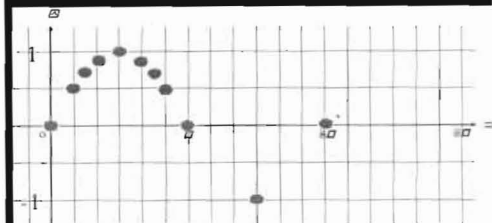
表を完成させよう!

θ	0°	30°	45°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
$\sin \theta$														

① 表をかく

θ	0°	30°	45°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
$\sin \theta$														

② 横軸、縦軸の交わるところに点をうつ



③ 点を結ぶ。

まとめ

$y = \sin \theta$ のグラフは,
 360° ごとに同じ形をくり返したものである。
 このことを, $\sin \theta$ は 360° を
 周期とする周期関数という。

(平成24年9月24日受理)